



DOI: 10.19181/sntp.2026.8.3.3

EDN: BTURBE

Научная статья

Research article

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОТРАСЛЕВОЙ НАУКИ



**Бессарабов
Аркадий Маркович¹**

¹ Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия



**Гафитулин
Михаил Юрьевич²**

² Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия



**Кочетыгов
Алексей Леонидович³**

³ Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия



**Татарницева
Евгения Вадимовна⁴**

⁴ Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия

Для цитирования: Бессарабов А. М., Гафитулин М. Ю., Кочетыгов А. Л., Татарницева Е. В. Информационные технологии для анализа инновационных ресурсов отраслевой науки // Управление наукой: теория и практика. 2026. Т. 8, № 3. С. 45–58. DOI 10.19181/sntp.2026.8.3.3. EDN BTURBE.

Аннотация. Разработана информационно-аналитическая система, предназначенная для решения широкого спектра задач автоматизации обработки данных и анализа инновационного потенциала динамично развивающихся организаций научного

комплекса России. В условиях трансформации отраслевой науки и необходимости обоснованного принятия управленческих решений актуальной становится задача создания компьютерной системы, позволяющей агрегировать, анализировать и визуализировать массивы статистических данных. В основе предложенной архитектуры системы лежит реляционная модель данных, обеспечивающая математическую строгость, целостность и ненавигационный доступ к информации посредством SQL. Техническая реализация выполнена с использованием Microsoft Jet, механизма доступа DAO/Jet, среды Microsoft Access и объектно-ориентированных классов Visual Basic for Applications, что позволило обеспечить гибкость системы и возможность её интеграции с другими распределёнными приложениями. С помощью разработанного комплекса проведён анализ динамики кадрового потенциала научного комплекса России в разрезе государственного, предпринимательского и вузовского секторов. Статистическая обработка данных на примере государственного сектора подтвердила однородность совокупности и надёжность полученных оценок. Для углублённого анализа научных организаций химического комплекса создана специализированная подсистема NII-Chem с модулем рейтингового анализа. Предложенная методика расчёта интегрального рейтинга на основе инновационных показателей позволяет ранжировать научные организации, оценивать динамику их инновационного развития и обосновывать выбор исполнителей высокотехнологичных проектов. Разработанная информационно-аналитическая система представляет собой действенный инструмент информационной поддержки государственной научно-технической и инновационной политики, обеспечивающий переход от разрозненных статистических данных к интегрированному знанию о закономерностях развития отраслевой науки.

Ключевые слова: научный комплекс России, индикаторы науки, кадровые ресурсы, системный анализ, отраслевая наука, химическая наука, рейтинговый анализ, информационная технология

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE ANALYSIS OF INNOVATIVE RESOURCES OF INDUSTRY SCIENCE

Arkadiy M. Bessarabov¹

Mikhail Yu. Gafitulin²

Aleksey L. Kochetygov³

Evgeniya V. Tatarnitseva⁴

^{1,2,3,4} R&D Centre "Fine Chemicals", Moscow, Russia

For citation: Bessarabov A. M., Gafitulin M. Yu., Kochetygov A. L., Tatarnitseva E. V. Information technologies for the analysis of innovative resources of industry science. *Science Management: Theory and Practice*. 2026;8(3):45–58. (In Russ.). DOI 10.19181/smtп.2026.8.3.3.

Abstract. An information and analytical system has been developed to address a wide range of data processing automation and innovation potential analysis tasks at dynamically developing Russian scientific organizations. Given the transformation of industry-specific science and the need for informed management decision-making, the task to create a computer system for aggregating, analyzing and visualizing statistical data sets has become increasingly important. The proposed system architecture is based on

a relational data model, ensuring mathematical rigor, integrity and non-navigational access to information via SQL. The technical implementation utilized Microsoft Jet, the DAO/Jet access mechanism, the Microsoft Access environment and object-oriented Visual Basic for Applications classes, ensuring system flexibility and the ability to integrate it with other distributed applications. The developed system was used to analyze the dynamics of human resource potential in Russia's scientific complex across the public, business and university sectors. Statistical processing of data from the public sector confirmed the homogeneity of the dataset and the reliability of the resulting estimates. A specialized subsystem, NII-Chem, with a rating analysis module, was created for in-depth analysis of scientific organizations in the chemical industry. The proposed methodology for calculating an integrated rating based on innovation indicators allows for ranking scientific organizations, assessing the dynamics of their innovative development and substantiating the selection of contractors for high-tech projects. The developed information and analytical system is an effective tool for information support of state scientific, technical and innovation policy, facilitating the transition from disparate statistical data to integrated knowledge about the development patterns of industry-specific science.

Keywords: Russian scientific complex, science indicators, human resources, systems analysis, industry science, chemical science, rating analysis, information technology

ВВЕДЕНИЕ

Поддержание высокого темпа развития науки определяется качеством формирования и реализации государственной научно-технической и инновационной политики [1]. В России потребность в повышении эффективности научно-исследовательской деятельности становится всё более очевидной: под влиянием глобальных экономических изменений научный сектор России сталкивается с системным кризисом, который наносит значительный урон инновационному потенциалу страны [2]. Этот кризис носит комплексный характер и в полной мере затронул отраслевую науку [3].

Одним из перспективных ответов на эти вызовы является формирование института отраслевых инновационных систем на основе тесного взаимодействия государства, науки и бизнеса, особенно в секторах с ярко выраженной спецификой [4]. В условиях глобальных трансформаций предпринимательский сектор рассматривает инновации как ключевой инструмент получения конкурентных преимуществ и создания ценности [5]. При этом эффекты от развития инноваций могут быть преобразующими не только для отдельной организации, но и для экономики в целом [6].

Для преодоления указанного кризиса необходима финансовая государственная поддержка [7]. Однако её эффективность напрямую зависит от качества мониторинга и оценки инновационного потенциала научного комплекса России. В ряде зарубежных стран для этой цели применяются индикаторы, позволяющие достаточно точно описывать текущую ситуацию и определять перспективы развития [8]. В качестве базовых индикаторов применительно к российскому научному комплексу используются три группы показателей: интеллектуальные, финансовые и материальные ресурсы. Их системная взаимосвязь отражает специфику оценки инновационного потенциала на разных уровнях иерархии научного комплекса.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

По контракту Минобрнауки России № 01.168.24.074 («Разработка интегрированного комплекса информационных технологий для системного анализа и управления инновационными ресурсами отраслевой науки») проведена разработка архитектуры информационно-аналитической системы научного комплекса России («ИАС НКР»), ориентированной на информационную поддержку интегральной оценки инновационного потенциала научного комплекса, который переживает системный кризис и нуждается в достоверном анализе. Архитектуру разработанной ИАС можно рассматривать как многоуровневую кибернетическую систему, описывающую сущности, атрибуты, связи и схемы правил поведения моделируемой предметной области. Поступающие извне команды управления данными трансформируются в команды, реализация и контроль которых осуществляется средствами ИАС, а результаты приводятся к виду, определяемому используемой абстракцией [9].

«ИАС НКР» реализует классическую схему реляционных баз данных (БД), которая обладает рядом неоспоримых преимуществ именно для систем хранения данных. Абстрактный уровень «ИАС НКР» создан в рамках традиционного подхода к построению реляционных БД, в рамках которого решается задача оперативного анализа и обеспечения полученными результатами заинтересованных лиц на разных уровнях управления. Реляционная алгебра работает с множеством записей как с единым целым [10], а для доступа к данным используется непроектурный высокоуровневый язык SQL, реализующий ненавигационный доступ.

Ключевой особенностью многоуровневой архитектуры является чёткое деление на два уровня абстракции: уровень СУБД, представляющий собой целостную систему хранения и управления данными, и уровень реализации, который, будучи относительно независимым от СУБД, обеспечивает её функционирование с учётом специфики предметной области [11]. Модель данных в той или иной степени интегрируется в информационную систему, а декомпозиция предметной области практически полностью определяется используемой моделью данных. Применение понятий и операций, отражающих природу предметной области, снижает затраты на проектирование и позволяет избежать ошибок, связанных с неадекватным представлением данных [12].

На самом верхнем уровне системы (рис. 1) расположен движок БД – Microsoft Jet, управление которым осуществляется через механизм доступа к данным DAO/Jet. Интегрированной средой определения данных в терминах БД является Microsoft Access. С его помощью логическое представление модели переведено в совокупность реляционных таблиц с соответствующими полями, а также определены типы переменных и ограничения, накладываемые на них [13]. Интерактивные компоненты системы, позволяющие взаимодействовать с пользователем, определялись средствами Microsoft Access, а также Visual Basic for Applications. На схеме отражена логика управления данными, а не уровни реализации. Технически Jet является нижним уровнем системы.

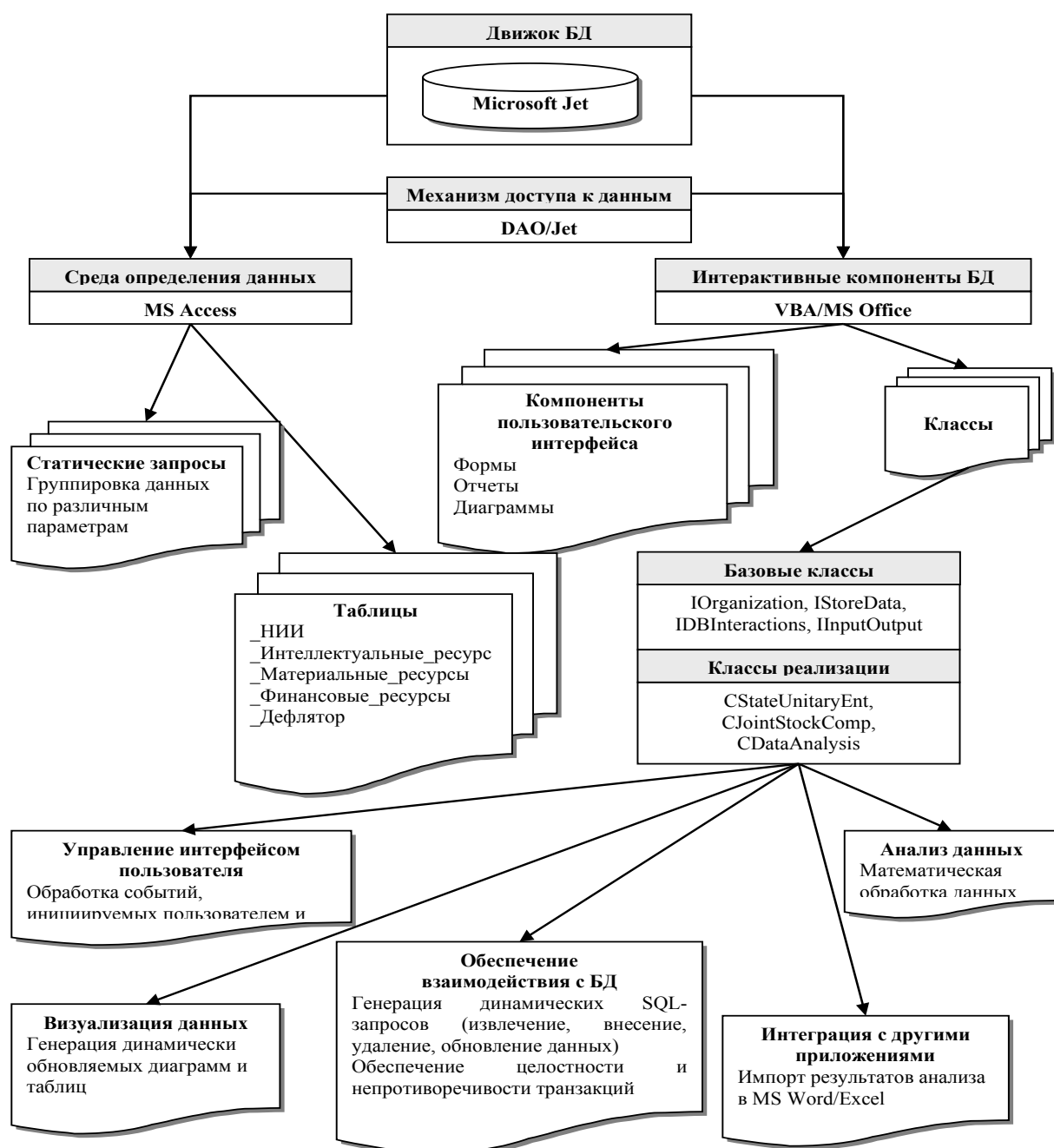


Рис. 1. Архитектура программного комплекса «ИАС НКР»

Fig. 1. Architecture of the IAS NKR software package

Ориентация на объектно-ориентированную парадигму обусловила использование иерархически упорядоченных классов, разделённых на два уровня: уровень интерфейса и уровень реализации. Такая структура делает «ИАС НКР» более гибкой и позволяет при необходимости осуществлять интеграцию в другие системы, например, функционирующие распределённо.

Разработанный программный комплекс служит инструментальной базой для проведения автоматизированного анализа инновационного потенциала. Объектом анализа выступает научный комплекс России (рис. 2), рассматриваемый в разрезе трёх основных секторов: государственного, предпринимательского (отраслевого) и вузовского [14]. Основу методологии оценки составляют

три кластера показателей, отражающих инновационное развитие научного комплекса в различных информационных сечениях. На уровне анализа интеллектуальных ресурсов рассматриваются: среднесписочная численность исследователей (ССЧ), количество исследователей, докторов и кандидатов наук и др. На уровне анализа финансовых ресурсов – объёмы выполненных работ (в т. ч. и по НИР), средства федерального бюджета, выработка по различным видам работ и др. На уровне анализа материальных ресурсов – стоимость основных фондов, стоимость машин и оборудования, фондоотдача, фондовооружённость и др. [15]. Эти кластеры являются основой оценки инновационного потенциала предпринимательского сектора науки. Имеется ряд показателей (публикационная активность, защищённые диссертации и др.), имеющих значение для вузовского и государственного секторов. Однако в отраслевой науке они играют гораздо меньшую роль.

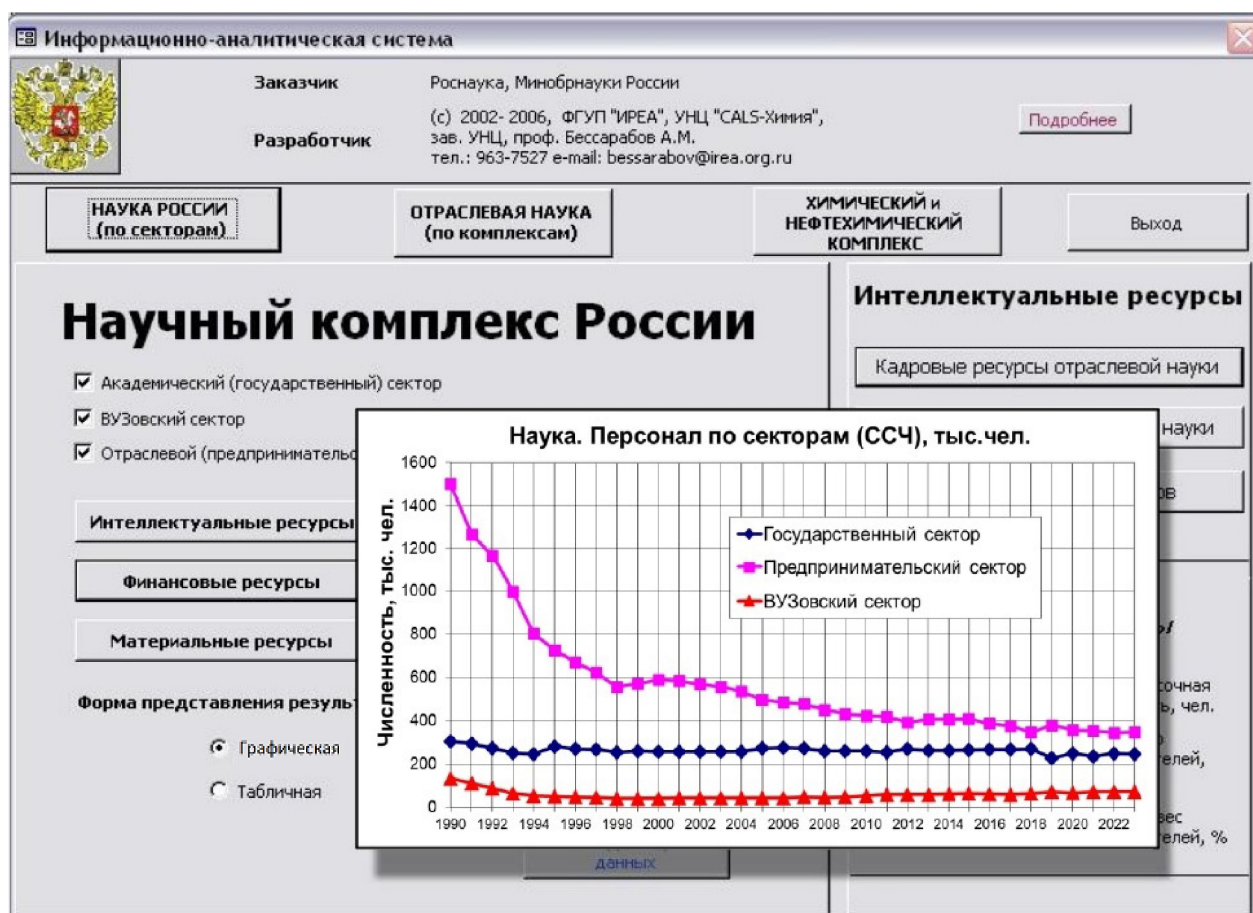


Рис. 2. ИАС «Russia-Science». Научный комплекс России. Интеллектуальные ресурсы
Fig. 2. IAS “Russia-Science”. Scientific complex of Russia. Intellectual resources

Созданная архитектура и реализованный инструментарий визуализации трансформируют массивы исходных статистических данных в наглядную информацию, пригодную для принятия управленческих решений. Благодаря гибкости системы она позволяет не только отслеживать текущее состояние инновационных ресурсов, но и проводить углублённый анализ динамики научного потенциала и производительности научной сферы, выявляя скрытые закономерности и системные проблемы.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

На первом уровне анализа «ИАС НКР» (рис. 2) объектом рассмотрения является научный комплекс России в его совокупности. Этот подход даёт общее представление о структуре и количественных параметрах науки в России, а также позволяет вычислить долю предпринимательского сектора [16].

В рамках данного исследования государственный сектор науки понимается как совокупность организаций государственной собственности, ведущих научные исследования и разработки. Основу сектора составляют институты РАН. Предпринимательский (отраслевой) сектор науки состоит из научных комплексов промышленных предприятий, отраслевых НИИ, проектно-конструкторских организаций и др. В этом секторе сотрудники сосредоточены на проведении прикладных НИОКР для создания конкретных продуктов и технологий, выполнения госзаказа и коммерциализации разработок. Вузовский сектор науки включает научные подразделения государственных университетов и академий. Его основные задачи – это проведение фундаментальных и прикладных исследований, подготовка научных кадров и генерация новых знаний [17].

В ходе системного исследования человеческого капитала научного комплекса [18] изначально анализировалась динамика среднесписочной численности сотрудников (ССЧ) по всем секторам (рис. 2). На фоне общего снижения показателя наблюдается резкое сокращение с последующей относительной стабилизацией. Начало 1990-х гг. ознаменовалось резким увеличением оттока кадров. Наибольшее сокращение персонала произошло в отраслевой науке. Тем не менее, на протяжении всего периода наблюдений в предпринимательском секторе было занято больше всего сотрудников – его доля колебалась от 52% до 77% в разные годы [16].

Наиболее стабильным по численности персонала является государственный сектор науки, поэтому для него в качестве примера был проведён статистический анализ (рис. 3). Проверка нормальности распределения статистических данных среднесписочной численности в государственном секторе за 1992–2023 гг. была проведена с использованием правила трёх сигма (3-sigma rule) [19].

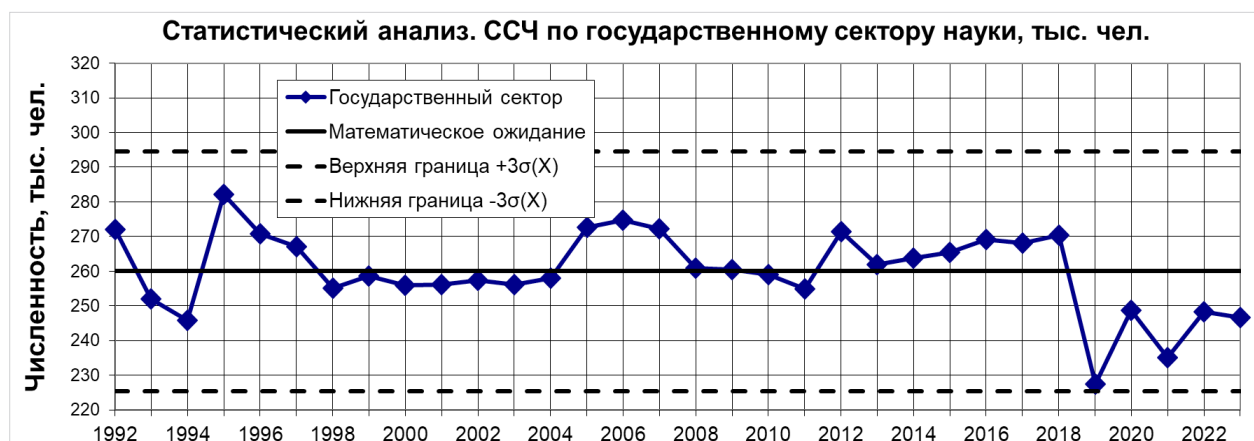


Рис. 3. Динамика ССЧ персонала в государственном секторе России (1992–2023)

Fig. 3. Dynamics of the average number of personnel in the Russian public sector (1992–2023)

Выборочное среднее для данной выборки составляет 260 тыс. чел., среднеквадратическое отклонение – 11,6. Все наблюдения попали в интервал $\pm 3\sigma$, что свидетельствует об отсутствии экстремальных выбросов. Дополнительная проверка однородности проведена с использованием коэффициента вариации, который для представленной совокупности равен 0,045, что существенно меньше предельного значения (0,33). Поэтому рассматриваемую совокупность можно считать достаточно однородной и её средняя величина является репрезентативной для описания выборки. Относительную колеблемость крайних значений признака вокруг средней выражает коэффициент осцилляции ССЧ, который равен по государственному сектору 0,21, что также свидетельствует об однородности рассматриваемой совокупности.

Анализ динамики ССЧ персонала в наиболее интересном для нас предпринимательском секторе науки за 1990–2023 гг. позволяет выявить устойчивую тенденцию к сокращению кадрового потенциала. За весь рассматриваемый период падение численности составило 1152,9 тыс. чел., что соответствует средней скорости падения около 36 тыс. чел./год и свидетельствует о значительном сокращении научных кадров в этом секторе. Особенно резкое падение наблюдалось в период с 1990 по 1998 г., когда среднегодовое сокращение достигало 104,8 тыс. чел./год и за девять лет сектор потерял 943 тыс. чел. Начиная с 1999 г. средние темпы сокращения замедлились до 9,5 тыс. чел./год. Однако сохраняющаяся отрицательная динамика даже в этот период указывает на наличие системных проблем в предпринимательском секторе науки.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Одной из подзадач «ИАС НКР» является отраслевой анализ на примере химического и нефтехимического комплекса, являющимися одним из локомотивов российской промышленности [20]. На основе статистических форм «2-наука» в «ИАС НКР» был создан программный модуль NII-Chem, в котором анализ данных по химическим организациям отраслевого сектора может быть осуществлён по следующим направлениям: форма собственности, анализируемый период (год) и анализируемые НИИ (рис. 4). Перспектива из нескольких независимых измерений, упорядоченных в каком-либо из указанных сечений, позволяет выявлять закономерности изменения. Результаты анализа в рассматриваемом сечении дают возможность оценивать необходимость привлечения инвестиций, увеличения бюджетного финансирования либо реорганизации структуры одного или группы НИИ.

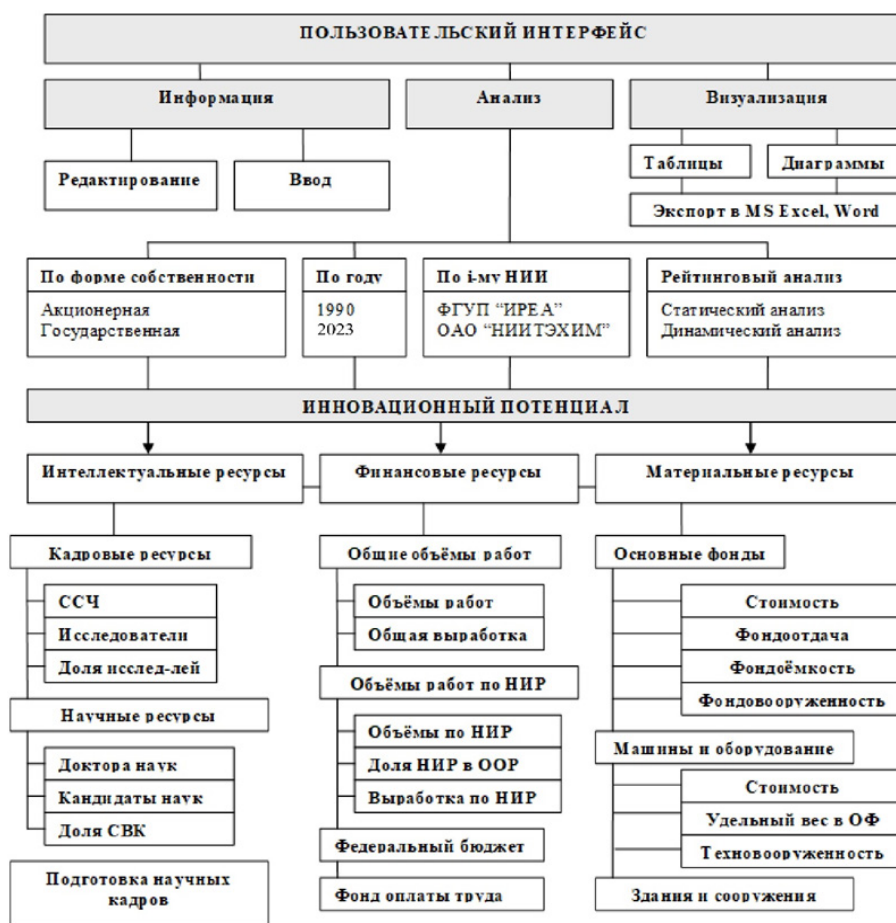


Рис. 4. Функциональная схема информационной системы «ИАС НКР»

Fig. 4. Functional diagram of the IAS NKR information system

Неотъемлемой частью инновационной политики выступает достоверная оценка инновационного потенциала организаций, представляющих отраслевую науку. С целью автоматизации анализа инновационных ресурсов отраслевых НИИ химического комплекса была разработана информационно-аналитическая система NII-Chem [21]. Оценка инновационного потенциала НИИ химической отрасли структурирована в ней по трём направлениям: оценка интеллектуальных, финансовых и материальных ресурсов [22]. Такое деление представляется оправданным, поскольку каждая часть отражает группу относительно независимых научно-экономических показателей.

Хотя оценка кадровых, финансовых и материальных ресурсов даёт разностороннее представление об элементах инновационной системы, в ряде ситуаций целесообразнее применять не совокупность отдельных критериев, а единый интегральный показатель. В качестве такого универсального индикатора используется рейтинг научных организаций, рассчитываемый по специально разработанному алгоритму [21]. Предложенная методика расчёта интегрированных рейтинговых критериев учитывает динамику и статику важнейших инновационных индикаторов. Система позволяет провести ранжирование выбранных организаций в соответствии с присвоенным рейтингом и импортировать его в нужный формат. Строго формализованный подход к формированию рейтинговых оценок позволяет оценить экономическую эффективность

реализации высокотехнологических проектов на базе той или иной организации при наличии альтернативы выбора. Также присвоенная рейтинговая оценка представляет собой комплексный критерий инновационного развития организации, а динамика этого показателя даёт возможность оценить вектор развития выбранной научной организации. На основании этого была разработана подсистема рейтингового анализа, которая выполняет роль интегрирующего элемента в программном комплексе NII-Chem.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования разработана архитектура информационно-аналитической системы «ИАС НКР» для мониторинга инновационного потенциала научного комплекса России. Архитектура базируется на реляционной модели данных, что обеспечивает математическую строгость и целостность хранения информации. Двухуровневое построение (уровень СУБД и уровень реализации) позволяет сочетать универсальность средств хранения с учётом специфики предметной области. Разработанный инструментарий визуализации трансформирует статистические данные в наглядные формы для принятия управленческих решений.

Анализ динамики кадрового потенциала выявил устойчивое сокращение численности персонала в предпринимательском секторе и относительную стабильность государственного сектора. Полученные результаты подтверждают, что даже на основе стандартных отчётных данных система позволяет выявлять системные проблемы, в данном случае – дисбаланс кадровых ресурсов между секторами науки.

Дальнейшее развитие системы реализовано в подсистеме NII-Chem для организаций химического комплекса с модулем рейтингового анализа. Методика расчёта интегрального рейтинга на основе трёх групп показателей позволяет ранжировать организации и оценивать динамику их развития. При этом сам по себе расчёт интегрального рейтинга не является самоцелью, а служит инструментом структурирования информации для последующего выявления точек роста и проблемных зон на уровне отдельных организаций и отраслей в целом.

Разработанный комплекс «ИАС НКР» представляет собой один из инструментов информационной поддержки для анализа показателей состояния и развития отраслевой науки и может быть использован для повышения эффективности отдельных мер государственной научной и инновационной политики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Черешнев В. А., Тодосийчук А. В. Наука в России: состояние, проблемы, перспективы развития // Вестник Российской академии наук. 2022. Т. 92, № 3. С. 201–212. DOI 10.31857/S0869587322030033. EDN VFSKUR.
2. Римская О. Н., Анохов И. В., Кранбихлер В. С. Человеческий капитал в индустрии 4.0. Настоящее и будущее // Экономика науки. 2021. Т. 7, № 4. С. 275–289. DOI 10.22394/2410-132X-2021-7-4-275-289. EDN EQETMD.

3. *Валек Н. А.* Роль и место отраслевой науки в системе научной деятельности // Вопросы истории естествознания и техники. 2025. Т. 46, № 2. С. 311–341. DOI 10.31857/S0205960625020062. EDN HWFCAU.
4. *Нечаев В. И.* Формирование института отраслевых инновационных систем на основе симбиоза государства, науки и бизнеса // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 6. С. 13–21. DOI 10.32651/256-13. EDN GUGDRU.
5. *Вершинина Т. В.* Статистический анализ тенденций предпринимательского сектора для систематизации угроз экономической безопасности региональной хозяйственной системы // Вестник Академии знаний. 2023. № 5 (58). С. 80–84. EDN PIWWJI.
6. *Армашова-Тельник Г. С., Рыжова А. В.* Стратегические направления инновационных решений в предпринимательском секторе // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 10, № 12 (153). С. 11–17. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.10.002. EDN UCEZSS.
7. *Юревич М. А.* Институциональная эффективность реформ российской науки // Journal of Economic Regulation. 2023. Т. 14, № 1. С. 23–33. DOI 10.17835/2078-5429.2023.14.1.023-033. EDN GKLPPC.
8. *Демиденко С. Ю., Семёнов Е. В.* Наука для России: инновационная настройка экономики // Управление наукой: теория и практика. 2021. Т. 3, № 4. С. 104–111. DOI 10.19181/sntp.2021.3.4.13. EDN JWYMKY.
9. *Тракимус Ю. В., Хиценко В. П.* Структуры данных и алгоритмы : учеб. пос. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. 127 с. ISBN 978-5-7782-4814-4. EDN FLKBCY.
10. *Адаменко Н. Д.* Системы баз данных : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ : в 2 ч. Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2022. Ч. 1. 40 с. EDN MKGCMD.
11. *Попов М. А., Ещенко Р. А., Пакин Р. А.* Проектирование систем баз данных : учеб. пос. Хабаровск : ДВГУПС, 2025. 82 с. EDN SMERMM.
12. *Petković D.* Microsoft SQL Server 2019 : A beginner's guide. 7th ed. New York : McGraw Hill, 2020. xxx, 834 p. ISBN 1-260-45887-3.
13. *Жидченко Т. В.* Система управления базами данных Microsoft Access 2019 : учеб. пос.. Зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 2021. 108 с. EDN PCUSLO.
14. Индикаторы науки: 2025 : статистический сборник / Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский, Е. И. Евневич [и др.]. М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 396 с. ISBN 978-5-7598-3032-0. DOI 10.17323/978-5-7598-3032-0. EDN POWNQR.
15. *Басовская Е. Н., Басовский Л. Е.* Проблемы и тенденции развития науки современной России // Научные исследования и разработки. Экономика. 2024. Т. 12, № 5. С. 21–25. DOI 10.12737/2587-9111-2024-12-5-210-25. EDN FPZGCQ.
16. *Бессарабов А. М., Татарничева Е. В., Гафитулин М. Ю.* Системные исследования кадровых ресурсов предпринимательского сектора науки (1990–2022 гг.) // Стратегическое планирование и развитие предприятий : мат. XXVI Всероссийского симпозиума (Москва, 15–16 апреля 2025 г.). М. : Центральный экономико-математический институт РАН, 2025. С. 393–396. DOI 10.34706/978-5-8211-0833-3-S2-06. EDN HCEYNZ.
17. *Видревич М. Б.* Университетская наука России: основные проблемы и пути их решения // Научные труды Вольного экономического общества России. 2023. Т. 239, № 1. С. 144–161. DOI 10.38197/2072-2060-2023-239-1-144-161. EDN IGRJGW.
18. Прогноз развития человеческого капитала в Российской Федерации в условиях изменений в мировой экономике / С. Ю. Глазьев, А. С. Воронов, М. В. Кудина, Л. Н. Орлова // Государственное управление. Электронный вестник. 2022. № 91. С. 24–44. DOI 10.24412/2070-1381-2022-91-24-44. EDN LSAXUP.

19. Попов А. В., Сотников В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум. 3-е изд., испр. и доп. М. : Юрайт, 2025. 425 с. ISBN 978-5-534-18264-4. EDN PNKBFR.
20. Хачатуров А. Е., Хачатуров-Тавризян Е. А., Старостенко Л. В. Инновационное развитие химической промышленности как локомотив неоиндустриализации // Компетентность. 2019. № 6. С. 12–19. EDN AKQWBG.
21. Бессарабов А. М., Поляков А. В. Разработка информационно-аналитической системы для оценки инновационного потенциала отраслевых НИИ химического комплекса // Информационные технологии. 2005. № 11. С. 44–52.
22. System analysis of the integration of innovative resources of the leading enterprises of the chemical complex / A. Bessarabov, V. Trokhin, G. Zarembo, T. Stepanova // Chemical Engineering Transactions. 2021. Vol. 88. P. 1177–1182. DOI 10.3303/CET2188196. EDN RFHZFB.

REFERENCES

1. Chereshev V. A., Todosiichuk A. V. Science In Russia: Status, problems, development prospects [Nauka v Rossii: sostoyanie, problemy, perspektivy razvitiya]. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2022;92(3):201–212. (In Russ.). DOI 10.31857/S0869587322030033.
2. Rimskaya O. N., Anokhov I. V., Kranbikhler V. S. Human capital in industry 4.0. Present and future. *Economics of Science*. 2021;7(4):275–289. (In Russ.). DOI 10.22394/2410-132X-2021-7-4-275-289.
3. Valek N. A. Role and place of industry science in the system of scientific activities. *Studies in the History of Science and Technology=Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki*. 2025;46(2):311–341. (In Russ.). DOI 10.31857/S0205960625020062.
4. Nechaev V. I. Formation of the institute of industrial innovation systems based on the symbiosis of government, science and business. *Economics of Agriculture In Russia=Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*. 2025;(6):13–21. (In Russ.). DOI 10.32651/256-13.
5. Vershinina T. V. Statistical analysis of trends in the business sector to systematize threats to the economic security of the regional economic system. *Bulletin of the Academy of Knowledge=Vestnik Akademii znanii*. 2023;(5):80–84. (In Russ.).
6. Armashova-Telnik G. S., Ryzhova A. V. Strategic directions of innovative solutions in the business sector. *Economics and Management: Problems, Solutions=Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024;10(12):11–17. (In Russ.). DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.10.002.
7. Yurevich M. A. Institutional performance of reforms In Russian science. *Journal of Economic Regulation*. 2023;14(1):23–33. (In Russ.). DOI 10.17835/2078-5429.2023.14.1.023-033.
8. Demidenko S. Yu., Semenov E. V. Science for Russia: Innovative tuning of the economy. *Science Management: Theory and Practice*. 2021;3(4):104–111. (In Russ.). DOI 10.19181/smt.2021.3.4.13.
9. Trakimus Yu. V., Khitsenko V. P. Data structures and algorithms [Struktury dannykh i algoritmy] : A study guide. Novosibirsk : Novosibirsk State Technical University Press; 2022. 127 p. (In Russ.). ISBN 978-5-7782-4814-4.
10. Adamenko N. D. Database systems [Sistemy baz dannykh] : Methodological recommendations for performing laboratory work : in 2 parts. Vitebsk : Vitebsk State University named after P. M. Masherov; 2022. Part 1. 40 p. (In Russ.).
11. Popov M. A., Yeshchenko R. A., Pakin R. A. Design of database systems [Proektirovanie sistem baz dannykh] : A study guide. Khabarovsk : Far Eastern State Transport University; 2025. 82 p. (In Russ.).
12. Petković D. Microsoft SQL Server 2019 : A beginner's guide. 7th ed. New York : McGraw Hill; 2020. xxx, 834 p. ISBN 1-260-45887-3.

13. Zhidchenko T. V. Database management system Microsoft Access 2019 : A study guide. Zernograd : Azovo-Chernomorsky Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University; 2021. 108 p. (In Russ.).
14. Gokhberg L. M., Ditkovsky K. A., Evnevich E. I. [et al.] Science and technology indicators in the Russian Federation: 2025 : Data book. Moscow : HSE ISSEK, 2025. 396 p. (In Russ.). ISBN 978-5-7598-3032-0. DOI 10.17323/978-5-7598-3032-0.
15. Basovskaya E. N., Basovsky L. E. Problems and trends in the development of science in modern Russia. *Scientific Research and Development. Economics*. 2024;12(5):21–25. (In Russ.). DOI 10.12737/2587-9111-2024-12-5-210-25.
16. Bessarabov A. M., Tatarnitseva E. V., Gafitulin M. Yu. Systematic research on human resources in the entrepreneurial science sector (1990–2022) [Sistemnye issledovaniya kadrovyykh resursov predprinimatel'skogo sektora nauki (1990–2022 gg.)]. In: Strategic planning and enterprise development [Strategicheskoe planirovanie i razvitie predpriyati] : Proceedings of the 26th All-Russian Symposium (Moscow, April 15–16, 2025). Moscow : Central Economics and Mathematics Institute; 2025. P. 393–396. (In Russ.). DOI 10.34706/978-5-8211-0833-3-S2-06.
17. Vidrevich M. B. Russian university science: Main problems and ways to solution them. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2023;239(1):144–161. (In Russ.). DOI 10.38197/2072-2060-2023-239-1-144-161.
18. Glazyev S. Yu., Voronov A. S., Kudina M. V., Orlova L. N. Forecast of human capital development in the Russian Federation in the context of global economy changes. *Public Administration. E-journal (Russia)=Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*. 2022;(91):24–44. (In Russ.). DOI 10.24412/2070-1381-2022-91-24-44.
19. Popov A. V., Sotnikov V. N. Probability theory and mathematical statistics [Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika] : A textbook and tutorial. 3rd ed., revised and enlarged. Moscow : Urait; 2025. 425 p. (In Russ.). ISBN 978-5-534-18264-4.
20. Khachaturov A. E., Khachaturov-Tavrizyan E. A., Starostenko L. V. Innovative development of chemical industry as the locomotive of the neoindustrialization. *Competency (Russia)*. 2019;(6):12–19. (In Russ.).
21. Bessarabov A. M., Polyakov A. V. Development of the informational-analytic system for the rating chemical industry scientific research institutes for the innovative potential. *Information Technologies=Informacionnye tehnologii*. 2005;(11):44–52. (In Russ.).
22. Bessarabov A., Trokhin V., Zarembo G., Stepanova T. System analysis of the integration of innovative resources of the leading enterprises of the chemical complex. *Chemical Engineering Transactions*. 2021;88:1177–1182. (In Russ.). DOI 10.3303/CET2188196.

Поступила в редакцию / Received 07.04.2026.

Одобрена после рецензирования / Revised 18.06.2026.

Принята к публикации / Accepted 25.08.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бессарабов Аркадий Маркович bessarabov@nc-mtc.ru

Доктор технических наук, профессор, заместитель директора по науке,
Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия
SPIN-код: 8845-8545

Гафитулин Михаил Юрьевич gafitulin@nc-mtc.ru

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия
SPIN-код: 3000-3225

Кочетыгов Алексей Леонидович *a.kochetygov@gmail.com*

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия
SPIN-код: 2467-1915

Татарницева Евгения Вадимовна *genytatar@gmail.com*

Научный сотрудник, Научный центр «Малотоннажная химия», Москва, Россия
SPIN-код: 2606-7966

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Arkadiy M. Bessarabov *bessarabov@nc-mtc.ru*

Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Science,
R&D Center “Fine Chemicals”, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0001-7094-5120
Scopus Author ID: 6603786656
Web of Science ResearcherID: AAO-5465-2021

Mikhail Yu. Gafitulin *gafitulin@nc-mtc.ru*

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, R&D Center “Fine Chemicals”,
Moscow, Russia
ORCID: 0009-0007-4833-3823

Aleksey L. Kochetygov *a.kochetygov@gmail.com*

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, R&D Center “Fine Chemicals”,
Moscow, Russia

Evgeniya V. Tatarnitseva *genytatar@gmail.com*

Researcher, R&D Center “Fine Chemicals”, Moscow, Russia
ORCID: 0009-0007-9370-9877